

阴山北麓浅耕翻季节对草地 植被和土壤的影响

高天明, 张瑞强, 刘铁军, 郭建英

(水利部牧区水利科学研究所, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要:为探求退化草地适宜的生态修复技术,于2010年春季和夏季在希拉穆仁草原开展了浅耕翻处理对草地植被和土壤影响作用的研究。结果表明:1)春季浅耕翻造成了严重的风蚀和土壤粗质化;夏季浅耕翻不会引起风蚀和土壤粗质化。2)春季浅耕翻样地植被稀疏,许多根茎和幼苗干枯死亡或被风吹走。夏季降水增加,植被以一年生植物猪毛菜(*Salsola collina*)、刺藜(*Chenopodium aristatum*)、黄花蒿(*Artemisia annua*)、绳虫实(*Corispermum declinatum*)等为主,植被盖度30%;夏季浅耕翻样地耕翻后经过几次降水,羊草(*Leymus chinensis*)迅速生长,重要值高达0.7,成为绝对优势种,植被盖度62%。3)生长季末,春季浅耕翻样地枯落物很少,盖度不足10%,土壤有机质下降约1/3;夏季浅耕翻样地枯落物较多,盖度约30%,土壤有机质增加8%。4)2011年春季对两块样地返青情况的调查表明,夏季浅耕翻样地明显好于春季浅耕翻样地。综合而言,夏季浅耕翻对草地的恢复作用大于春季。

关键词:希拉穆仁草原;浅耕翻;植被;土壤

中图分类号:S812.2

文献标识码:A

文章编号:1001-0629(2012)05-0676-05

我国草地面积约4亿 hm^2 ,大部集中于北方边陲。由于人为和自然因素的影响,出现了不同程度的退化,严重影响了牧区人民的生产生活,同时,退化草地成为沙尘暴的沙源地,严重威胁我国北方地区的生态安全。因此,防治草地退化迫在眉睫。草地围封后进行浅耕翻处理是一项操作简单、成本小、见效快的改良措施,目前已为世界各国广泛采用^[1-5]。

阴山北麓地区包括内蒙古自西向东11个旗县,面积6万 km^2 ,是我国北方重要的生态安全屏障。阴山北麓中部的希拉穆仁草原克氏针茅(*Stipa krylovii*)群落在地理位置和植被类型方面具有较强的代表性。本研究从不同季节浅耕翻处理后草地植被物种组成、植被地上生产力和物种多样性以及土壤风蚀量、土壤有机质和机械组成等方面的变化来探析浅耕翻改良措施对长期过度放牧而导致退化的希拉穆仁草原地上植被恢复的影响,类似研究鲜有报道。本研究旨在探求该地区退化草地适宜的恢复和利用模式,同时为同类地区退化草地的植被恢复

技术提供相关科学依据。

1 研究地区概况与研究方法

1.1 研究区概况 希拉穆仁草原地处内蒙古包头市达尔罕茂明安联合旗。中温带半干旱大陆性季风气候,春秋旱多风,夏季雨量较充沛,冬季干燥寒冷。年均降水量284 mm,年蒸发量2 305 mm,降水主要集中在7—9月;年均气温 $2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 年有效积温 $1\ 985\sim 2\ 800\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$;年均日照时数 $3\ 100\sim 3\ 300\text{ h}$;无霜期83 d;年均风速 $4.5\text{ m}\cdot\text{s}$,冬春以北风和西北风为主,年大风日数为63 d。地带性土壤为栗钙土,质地粗糙。地带性植被建群植物种为克氏针茅。草地类型为典型草原,植被盖度 $35\%\sim 45\%$,高度 $40\sim 50\text{ cm}$,干物质产量 $70\sim 130\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$,植物 $8\sim 15\text{ 种}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

1.2 样地设置 选取地势平坦的 1 hm^2 草地(2008年围封至今),2010年4月20日对其中 $1/3$ 面积的草地($3\ 333\text{ m}^2$)进行深度 10 cm 的浅耕翻处理。2010年7月2日,对另外的 $2/3$ 面积的草地($6\ 667\text{ m}^2$)进行同样的处理,在此以前,样地可称

收稿日期:2011-07-30 接受日期:2011-11-07

基金项目:水利部科技推广计划项目“牧区草地退化修复及水资源高效利用技术推广应用(TG1107)”;农业科技成果转化资金项目“荒漠草地植被修复综合技术示范应用(2011GB23320004)”

作者简介:高天明(1981-),男(蒙古族),内蒙赤峰人,硕士,主要从事草地生态研究。E-mail:zaohuer@163.com

通信作者:张瑞强 E-mail:zrqabc@163.com

为未浅耕翻样地。

1.3 研究方法

风蚀量测定:2010年4月20日浅耕翻处理后,在两块样地下风向处安装自制简易集沙仪,分别监测10、20、30、50和100 cm的风蚀量,2010年5月20日称量各集沙盒中的沙子质量。集沙仪为长25 cm、宽5 cm、高5 cm由镀锌钢板制作的长方体,前端为进沙口(面积5 cm×5 cm),末端上设5 cm×5 cm的100目滤沙网排风口以减少空气对流对集沙效果的影响。该集沙仪的集沙量度量单位为 $g \cdot cm^{-2} \cdot 月^{-1}$ 。

植被调查:2010年春季浅耕翻处理后,不定期的对两块样地以对角线方式选取1 m×1 m的样方15个,进行植被盖度(目测法)和高度的测量。同年8月25日分别在两块样内以对角线方式设1 m×1 m的样方15个,记录植被盖度(目测法)、建群种高度(盒尺测量)、物种组成及多度(以地上株丛数为记数单位进行手工统计)、各物种地上生物量干质量(烘干称量法),并计算各物种的重要值。重要值=(相对质量+相对多度+相对盖度)/3。生物多样性指数(H')采用Shannon-Wiener公式进行计算。

$$H' = \sum P_i \ln P_i。$$

式中, P_i 为样地中各植物物种的相对重要值^[3-5]。2011年春季,不定期对两块样地以相同取样方式选取相同数目的样方进行植被盖度和高度的测量。

土壤机械组成及有机质测定:2010年5月25日,在两块样地以对角线方式选取样点10个,取0~5 cm土壤用于测定机械组成。2010年4月15日和10月25日,在两块样地以对角线方式选取样点10个,取0~30 cm土壤用于测定有机质含量。测定工作由内蒙古林业科学研究院完成。

2 结果与分析

2.1 浅耕翻对土壤风蚀的影响

当地冬春多5级以上大风。春季浅耕翻样地不同高度集沙仪的集沙量显著大于未浅耕翻样地($P < 0.01$),说明春季浅耕翻引起了强烈的风蚀。

春季浅耕翻样地表层0~5 cm土壤与未浅耕翻样地相比(表1),粘粒和粉砂粒含量显著减少而沙粒含量显著增加($P < 0.05$);砾石含量春季浅耕翻样地略高于未浅耕翻样地,且差异不显著。说明由于风蚀严重,春季浅耕翻造成了表层土壤的粗质化。

表1 春季浅耕翻样地和未浅耕翻样地土壤风蚀量和表层土壤机械组成

Table 1 Wind erosion amount and mechanical composition of the spring shallow tillage and control

项目 Item	类项 Category	春季浅耕翻样地 Spring shallow tillage	未浅耕翻样地 Control
不同土层风蚀量/ $g \cdot cm^{-2} \cdot 月^{-1}$ Wind erosion amount at different height/ $g \cdot cm^{-2} \cdot month^{-1}$	10 cm	15.20±1.20a	1.70±0.60b
	20 cm	6.10±0.50a	0.90±0.30b
	30 cm	2.30±0.20a	0.10±0.10b
	50 cm	1.20±0.10a	0.03±0.02b
	100 cm	0.50±0.10a	0.01±0.01b
表层土壤机械组成 Mechanical composition of surface soil/%	粘粒 Clay <0.002 mm	5.8±1.9a	9.7±2.5b
	粉砂粒 Silt 0.002~0.020 mm	19.1±3.2a	30.2±4.8b
	沙粒 Sand particle 0.020~2.000 mm	70.3±7.1a	58.9±6.2b
	砾石 Gravel >2.000 mm	4.8±1.1a	3.2±0.9a

注:同行不同字母表示两块样地间该类项差异显著($P < 0.05$)。下表同。

Note: Different letters within a row mean difference between 2 plots on this category. The same below.

2.2 浅耕翻对植被的影响

2010年春季样地浅耕翻处理后,土壤完全裸露,植物根茎被翻出地面,或被风吹走,或干枯死亡,已长出的许多幼苗也由于根系外露而相继干枯死亡,植被盖度在夏季以前一直低于10%,群落高度平均5 cm,其防风固沙能力较低。未浅耕翻样地春季时枯草盖度近20%,随着

温度上升,牧草返青,植被盖度也随着牧草的生长而逐渐增加,夏季以前活体和枯草的总盖度约为30%,群落高度15~20 cm,具有较强的防风固沙能力。

2010年7月2日,对另外的2/3面积的草地进行深度10 cm的浅耕翻处理。由于夏季风力减

小,降水增多,温度升高,加之疏松了土壤,改善了通气状况,这为植物生长提供了优越的条件。

春季浅耕翻样地主要以猪毛菜、刺藜、黄花蒿、绳虫实等一年生劣质牧草为主,克氏针茅、羊草(*Leymus chinensis*)和冰草(*Agropyron cristatum*)等优良牧草重要值低于0.1,偶见其他草本植物,草地植被盖度30%,干草产量 $65\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$,高度40 cm,物种组成较丰富,Shannon-Wiener生物多样性指数为1.67(表2)。

夏季浅耕翻样地,植被盖度62%,产量 $143\text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$,高度35 cm,羊草占绝对优势,克氏针茅和冰草为伴生种,偶见一年生植物及其他草本植物,种类组成较少,Shannon-Wiener生物多样性指数为1.21,显著低于春季浅耕翻样地。相比而言,夏季浅耕翻样地的生产性能明显优于春季浅耕翻样地。

2.3 浅耕翻季节对土壤有机质的影响 2010年4月15日0~30 cm土壤有机质,两块样地均为2.5%。2010年10月25日0~30 cm土壤有机质,春季浅耕翻样地为1.7%,下降了近1/3,夏季浅耕翻样地为2.7%,增加了8%。

2.4 浅耕翻季节对翌年牧草返青的影响 2011年4-5月,不定期对两块样地牧草返青状况调查发现,春季浅耕翻样地牧草返青较早,一般在4月20-25日返青,但成活率较低,许多幼苗相继干枯死亡,植被盖度不超过15%,群落高度低于20 cm。夏季浅耕翻样地返青时间比春季晚7~16 d,但成活率较高,许多幼苗由于有枯草的保护而免于被大风吹折,植被盖度(活体和枯草总盖度)在30%左右,高度在8 cm左右。总体说来,夏季浅耕翻样地返青情况优于春季浅耕翻样地。

表2 两块样地群落数量特征及主要物种重要值

Table 2 Quantitative characteristics and main specie important value of summer and spring shallow tillage regions

项目 Item	春季浅耕翻样地 Spring shallow tillage	夏季浅耕翻样地 Summer shallow tillage
群落高度 Height/cm	40.00±5.20a	35.00±6.50a
植被盖度 Coverage/%	30.00±5.00b	62.00±10.00a
干草产量 Dry biomass/ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$	65.00±11.00b	143.00±32.00a
Shannon-Wiener 指数 Shannen-Wiener Index	1.67±0.20a	1.21±0.30b
重要值		
克氏针茅 <i>Stipa krylovii</i>	0.01±0.01b	0.10±0.10a
羊草 <i>Leymus chinensis</i>	0.06±0.02b	0.70±0.20a
冰草 <i>Agropyron cristatum</i>	0.05±0.02a	0.03±0.01a
一年生植物 Annual plants	0.75±0.15a	0.09±0.02b

注:一年生植物主要以猪毛菜、刺藜、黄花蒿、绳虫实为主。

Note: Annual plants are mainly *Salsola collina*, *Chenopodium aristatum*, *Artemisia annua*, and *Corispermum declinatum*.

3 讨论

浅耕翻的作用主要体现在:1)将地表植被完全破坏,使一部分活体和枯落物翻入土中,加快营养物质循环;2)使表层土壤疏松,改善通气状况,同时抑制毛细管作用,降低土壤蒸发速率,有利于土壤水分的保存;3)将一部分深层土壤中的种子带到地表,同时也给表层的植物种子覆土,改变了土壤种子库密度和结构。

希拉穆仁草原地区冬春季多5级以上大风,以西北风为主。裸露的土壤,特别是土壤中的细粒物质很容易被风力侵蚀,本研究证实了这一点。

多年生草本植物主要以营养繁殖的方式进行更

新,浅耕翻将许多植物根茎翻出地面,或被大风吹走,或干枯死亡。由种子发芽长出的幼苗也因风折和沙打等原因而死亡。因此春季浅耕翻不利于多年生植物的生长。而一年生植物只有在夏季遇降水以后才开始发芽并迅速生长,且由于多年生植物的大量死亡,降低了对一年生植物的竞争作用,夏季以后,样地内一年生植物大量生长,占据优势地位,并很快进入生殖期,结出大量颗粒较小的种子,其寿命仅2~3个月。一年生植物适口性差,属劣等牧草,干枯后茎基部断裂,地上干枯部分冬春季节被风吹走,地面重新裸露,因此其对防风固沙的作用几乎为零。

羊草为根茎型禾草,在近地表处具有大量的横

向生长的根茎,这些根茎通过无性繁殖生长出大量幼苗,因此羊草的扩张性极强,特别是在疏松的土壤中,当土壤水分充足时,其根茎生长更为迅速。草地浅耕翻切断了羊草的地下根茎,疏松了表层土壤,从而刺激了羊草的无性繁殖和羊草地下根茎在土壤中的伸展,加速了羊草的恢复性生长^[4-8]。夏季风力减小而降水和温度增加,因此夏季浅耕翻对羊草的生长非常有利。

克氏针茅和冰草为丛生禾草,其更新方式主要以根茎处萌发幼苗的无性繁殖方式为主,其扩张性不强。春季浅耕翻后其根茎或被风吹走或干枯死亡。夏季浅耕翻后由于羊草的竞争能力大幅增强而间接抑制了克氏针茅和冰草的生长,因此在两块样地,它们均不占优势。

从草地生产性能看,春季浅耕翻降低了草地的品质和产量,生产性能明显不及夏季浅耕翻样地。

土壤呼吸作用对土壤通气状况非常敏感。在适宜的水热条件下,随着土壤通气的改善,土壤有机质被土壤呼吸作用大量消耗,分解转化为 CO₂ 并排放到大气中,一方面降低了土壤肥力,另一方面使温室效应进一步恶化^[9-10]。植物的光合作用是将大气中的 CO₂ 固定为生物量,因而植物生长的固碳作用可以抵消土壤呼吸释放碳作用。当草地固定碳量大于土壤释放碳量,草地成为“碳汇”;当植被产量小时,草地固定碳量小于土壤释放碳量,草地成为“碳源”。因此,草地产量的大小可以看作草地固定碳能力的重要指标。

本研究中,春季浅耕翻样地生长季末土壤有机质下降了近 1/3,而夏季浅耕翻样地土壤有机质增加了 8%。应当指出的是:夏季浅耕翻样地土壤疏松的时间相对较短,因而高强度土壤呼吸作用的时间也短于春季浅耕翻样地,土壤释放 CO₂ 的量必然小于春季浅耕翻样地;其次,夏季浅耕翻样地产量远大于春季浅耕翻样地,其植物生长对土壤呼吸释放碳的抵消作用也大于春季浅耕翻样地。因此夏季浅耕翻样地土壤 CO₂ 释放量小于春季浅耕翻,而 CO₂ 固定量又大于春季浅耕翻样地。说明春季浅耕翻样地成为了“碳源”,而夏季浅耕翻样地成为了“碳汇”。

4 结论

春季浅耕翻使土壤裸露,土壤中细粒物质被大风吹走,造成严重的风蚀和土壤粗质化。夏季风力

减弱,浅耕翻不会造成风蚀和土壤的粗质化。

草地浅耕翻改变了草地植物的种间竞争关系。春季浅耕翻使一年生劣等牧草占优势,夏季浅耕翻使优质牧草羊草占优势。从生产性能角度考虑,夏季浅耕翻优于春季浅耕翻。但希拉穆仁天然草地牧草以克氏针茅为主,因此二者都不是稳定的群落结构,今后必然发生群落演替,这也是今后的主要研究内容之一。

春季浅耕翻使草地成为了“碳源”,释放 CO₂,一方面降低土壤肥力,另一方面使温室效应进一步恶化^[11]。夏季浅耕翻使草地成为了“碳汇”,但其固定 CO₂ 的能力和天然草地的比较还需要今后进一步深入研究。

综合看来,草地夏季浅耕翻在短期内在植被生长、土壤风蚀和固碳能力方面均优于春季浅耕翻。

参考文献

- [1] Stuart F, Pamela A, Harold A. Principles of Terrestrial ecosystem ecology[A]. 李博,赵斌,彭容豪,等. 陆地生态系统生态学原理[M]. 北京:高等教育出版社,2005: 172-175,183-188.
- [2] 闫玉春,唐海萍. 草地退化相关概念辨析[J]. 草业学报,2008,17(1):93-99.
- [3] 闫玉春,唐海萍,辛晓平,等. 围封对草地的影响研究进展[J]. 生态学报,2009,29(9):5039-5046.
- [4] 张洪生,邵新庆,刘贵河,等. 围封、浅耕翻改良技术对退化羊草草地植被恢复的影响[J]. 草地学报,2010,18(3):339-344.
- [5] 高天明,张瑞强,刘昭. 希拉穆仁草原草地退化机理及各种修复技术的适用性[J]. 草业科学,2010,27(1):42-46.
- [6] 尚占环,姚爱兴,龙瑞军. 干旱区山地植物群落物种多样性与生产力关系分析[J]. 干旱区研究,2005,22(1):74-78.
- [7] 塔拉腾,陈菊兰,李跻,等. 阿拉善荒漠草地退牧还草效果分析[J]. 草业科学,2008,25(2):124-127.
- [8] 张瑞强,程荣香. 希拉穆仁退化草场综合改良技术初探[J]. 草业科学,2007,24(3):94-97.
- [9] 高天明,张瑞强,梁占岐,等. 希拉穆仁转封草原土壤呼吸通量研究[J]. 草业科学,2011,28(1):33-38.
- [10] 刘立新,董云社,齐玉春. 草地生态系统土壤呼吸研究进展[J]. 地球科学进展,2004,23(4):35-42.
- [11] 陈先江,王彦荣,侯扶江. 草地生态系统温室气体排放机理及影响因素[J]. 草业科学,2011,28(5):722-728.

Effect of Shallow tillage during different season on grassland vegetation and soil in the Xilamuren region of North Yin Mountains

GAO Tian-ming, ZHANG Rui-qiang, LIU Tie-jun, GUO Jian-ying

(The Institute of Water Resources for Pastoral Areas, Huhhot 010020, China)

Abstract: An experiment was conducted to investigate the effect of spring and summer shallow tillage on grassland vegetation and soil in the Xilamuren region of North Yin Mountains to find the optimal technology for restoration of degraded grassland. This study showed the spring shallow tillage resulted in severe wind erosion and soil roughness and the summer shallow tillage did not cause wind erosion and soil roughness. The vegetation treated by the spring shallow tillage was sparse because many seedlings and rootstalk were dead or blew by wind, where annual herbs, such as *Salsola collina*, *Corispermum declinatum*, *Che-nopodium aristatum*, *Artemisia annua* became dominant with cover of 30%; however, the vegetation cover treated by the summer shallow tillage was 62% because the *Leymus chinensis* grew rapidly after several rain and its important value was 0.7. At the end of growth season, the litters cover of grassland treated by the spring shallow tillage was below 10%, and the soil organic matter decreased by 33%; while the litters cover of grassland treated by the summer shallow tillage was 30%, and the soil organic matter increased by 8%. In spring of 2011, the recovery-green of the spring shallow tillage was worse than that of the summer shallow tillage. This study suggested that the summer shallow tillage was better than spring shallow tillage.

Key words: Xilamuren grassland; shallow tillage; vegetation; soil

Corresponding author: ZHANG Rui-qiang E-mail: zrqabc@163.com

2012年第5期《草业科学》审稿专家

蔡庆生	柴琦	陈先江	董云社	干友民	郭正刚	侯扶江	胡小文
胡自治	解新明	金樑	李东华	李贵桐	李世清	李彦忠	刘青林
刘志鹏	柳巨雄	马晖玲	马伟强	毛培胜	彭燕	王虎成	王俊杰
王明玖	王晓娟	王召峰	王志伟	魏臻武	武艳培	吴雨霞	杨惠敏
杨允菲	杨志民	姚拓	于应文	张德罡	张金林	朱廷恒	

承蒙以上专家对《草业科学》期刊稿件的审阅,特此表示衷心的感谢!